云 南 植 物 研 究 1991; 13 (3): 309—313
Acta Botanica Yunnanica

长苞铁杉的核型分析及其分类学意义*

李林初

(复旦大学生物系，上海 200433)

摘要 本文首次分析了特产我国的长苞铁杉亚属（Subgen. *Paleotsuga*）的代表种长苞铁杉 *Tsuga longibracteata* 的核型，它全由中部和近中部着丝粒染色体组成，核型公式为 K(2n)＝24＝22m+2sm，属“1A”类型。第 12 号染色体具“长着丝点区域”。染色体相对长度组成为 $2n=12M_2+10M_1+2S$。作者发现铁杉亚属（Subgen. *Tsuga*）植物的核型全为“2A”类型。胞核学资料支持对长苞铁杉亚属和铁杉亚属的划分并表明前者（长苞铁杉）较为原始。长苞铁杉应隶于长苞铁杉亚属、长苞铁杉组。

关键词 长苞铁杉；核型；分类学意义

THE KARYOTYPE ANALYSIS OF TSUGA LONGIBRACTEATA AND ITS TAXONOMIC SIGNIFICANCE

LI Lin–Chu

(*Department of Biology, Fudan University*, Shanghai 200433)

Abstract The present paper deals with the karyotype analysis of *Tsuga longibracteata* Cheng endemic to China, which is a represent species of subgen. *Paleotsuga*, for the first time. The somatic chromosomes in root –tip cells of the plant are found to be 2n＝24, all with median and submedian constrictions. The 12th chromosome of the karyotype has a long centromere region. According to the terminology defined by levan et al. (1964), the karyotype formula is K(2n)＝24＝22m+2sm. The karyotype belongs to “1A” of stebbins′ (1971) karyotypic symmetry and is generally regarded as a relatively primitive one. The species′ chromosome complement is $2n=12M_2+10M_1+2S$ according to I. R. L. defined by Kuo et al. (1972) based on relative length. In the light of the works of Li (1988) and Hizume (1988), the author found that the karyotypic type “2A” was for all the species in Subgen. *Tsuga*. The karyological data supported the division of Genus *Tsuga* into Subgen. *Paleotsuga* and Subgen. *Tsuga* and shew the former was more primitive than the latter. The species *Tsuga longibracteata* Cheng should belong to Genus *Tsuga*, Subgen. *Paleotsuga* and Sect. *Hepsopeuce*.

Key words *Tsuga longibracteata;* Karyotype; Taxonomic significance

* 1990年8月收稿，1990年11月定稿。
* 国家自然科学基金资助项目。

长苞铁杉(*Tsuga longibracteata* Cheng)特产我国贵州、湖南、广东、广西、福建及江西山区[1]，自1932年发表[2]以来，关于它的分类地位颇有分歧。郑万钧[3]首先将它隶属于铁杉属大果铁杉组（Sect. *Hesperopeuce* Engelmann)；Flous[4]在铁杉属专著中认为长苞铁杉不同于其他铁杉属植物，应隶于独立的组（未命名)；耿以礼、耿伯介[5]也持此意见并命名了长苞铁杉组 Sect. *Hepsopeuce* Keng et Keng f; Gaussen 和 Campo-Duplam[6]认为长苞铁杉是铁杉 *Tsuga chinensis* (Franch.) Pritz. 与云南油杉 *Keteleeria evelyniana* Mast. 的杂交种而建立了铁油杉属 *Tsuga-Keteleeria* Campo-Duplan et Gaussen；胡先骕[7]则认为长苞铁杉与其他各种铁杉区别显著而发表了新属 *Nothotsuga* Hu；南京林学院树木学教研组主编的《树木学》上册[8]将长苞铁杉连同北美的大果铁杉类(3种)纳入了长苞铁杉属 *Hesperopeuce* (Engelm.) Lemm.；但喻诚鸿[9]根据木材结构的比较研究认为将长苞铁杉置于铁杉属中并无不妥并得到成俊卿[10]的赞同；三木茂[11]根据在日本第三纪上新世地层中发现的一种长苞铁杉古植物 *Tsuga notholongibracteata* Cheng et L. K. Fu (*T. longibracteata* seusu Miki, non Cheng 1932) 建立了长苞铁杉亚属 Subgen. *Paleotsuga* Miki；郑万钧[12]否定了以长苞铁杉建立的 *Tsuga-Keteleeria*、*Nothotsuga*、*Hesperopeuce*，将长苞铁杉放在长苞铁杉亚属（包括北美的3种大果铁杉)，其余各种植物隶于铁杉亚属（Subgen. *Tsuga*)。傅立国[13]支持郑万钧在《中国树木学》中把长苞铁杉隶于铁杉属、长苞铁杉亚属的处理意见；《中国植物志》[1]则将长苞铁杉置于长苞铁杉组，其他各种铁杉隶于铁杉组。由此可见，半个多世纪来已有许多学者根据形态、解剖学特征对长苞铁杉的分类位置进行了广泛的讨论。美国著名植物遗传、进化学家 Stebbins[14]指出，"染色体研究常为进化学家和系统发生学家提供有价值的指路明灯。"本文首次报道长苞铁杉的核型分析，旨在应用细胞学资料并结合前人的研究来综合探讨该种的分类学和进化地位，提出自己的看法。

材料和方法

试验用种子由福建龙岩地区林业局和湖南南岳树木园（采自道县）提供，凭证标本存复旦大学生物系植物标本室。

种子经60℃温水浸泡后拌于蛭石中25℃保湿培养。取1.5-2.0 cm长的种子根用0.002 mol／l的8-羟基喹啉水溶液预处理5小时后在60℃1 mol／l的HCl中解离2分钟，按常规程序制片，改良的苯酚品红液染色。选取5个染色体分散良好的中期分裂相显微摄影并作染色体长度测量，取平均值进行核型分析。染色体相对长度系数(I.R.L)、核型不对称系数（Ks·A%）的计算方法及核型不对称性类型的划分如前文[15]所述。

观察结果

从50个细胞分裂相确定长苞铁杉的染色体数目为2n＝24，与已报道的其他铁杉属植物[16,17]的染色体数相同。未发现非整倍性变异和多倍现象，也未见B染色体。该种

的染色体长度、臂比和类型见表 1，染色体形态和核型见图 1，核型模式图见图 2。长苞铁杉的核型公式为 K（2n）＝24＝22m+2sm，第 12 号染色体具长着丝点区域 (long centromere region)，在图 1 中以箭头标示。染色体臂比的变异幅为 1.05–1.95，没有臂比大于 2 的染色体，平均臂比为 1.29，最长与最短染色体之比为 1.62。长苞铁杉的染色体相对长度组成为 $24 = 12M_2 + 10M_1 + 2S$，没有长染色体。核型不对称系数 Ks · A% = 55.26。

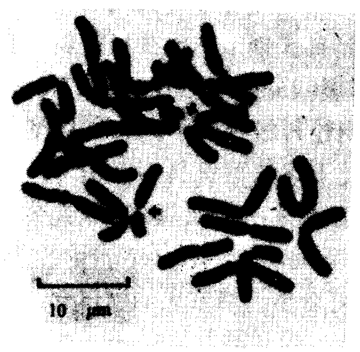
表 1　长苞铁杉的染色体长度、臂比和类型

Table 1　The lengths, arm ratios and types of chromosomes in *Tsuga longibracteata*

序号 No.	相对长度(%) Relative length(%) 短臂 Short arm	长臂 Long arm	全长 Total	相对长度系数 Index of relative length (I.R.L.)	臂比 Ratio of arms(long arm / short arm)	类型 Type
1	4.66	5.35	10.01	1.20(M_2)	1.15	m
2	4.65	4.98	9.63	1.16(M_2)	1.07	m
3	4.59	4.81	9.40	1.13(M_2)	1.05	m
4	4.19	5.15	9.34	1.12(M_2)	1.23	m
5	4.28	4.62	8.90	1.07(M_2)	1.08	m
6	4.07	4.35	8.42	1.01(M_2)	1.07	m
7	3.58	4.50	8.08	0.97(M_1)	1.26	m
8	3.70	4.30	8.00	0.96(M_1)	1.16	m
9	2.99	4.78	7.77	0.93(M_1)	1.60	m
10	3.16	4.24	7.40	0.89(M_1)	1.34	m
11	2.77	4.09	6.86	0.82(M_1)	1.48	m
12	2.10	4.09	6.19	0.74(S)	1.95	sm*

染色体组总长度＝125.63 μm.The sum of chromosome length in the set＝125.63 μm

* 具长着丝点区域的染色体. The chromosome with long centromere gegion.



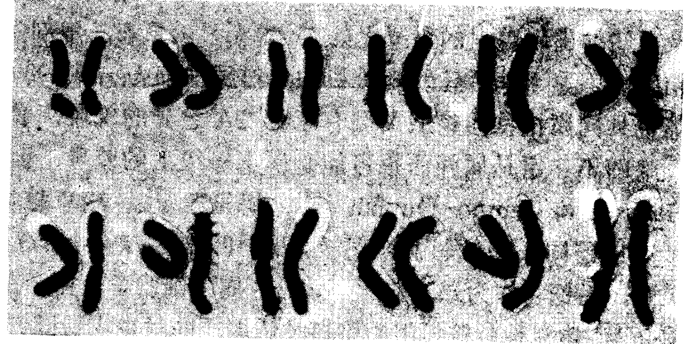


图 1　长苞铁杉的体细胞染色体形态和核型

Fig. 1　The morphology of somatic chromosomes and karyotype in *Tsuga longibracteata*

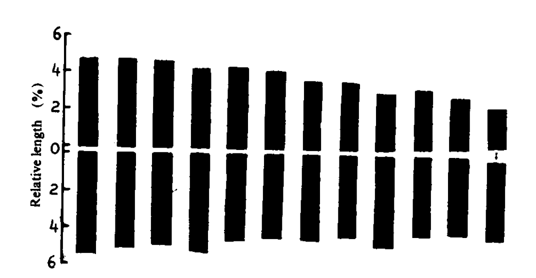


图2 长苞铁杉的的核型模式图

Fig. 2 Idiogram of *Tsuga longibracteata*

讨论

1. 长苞铁杉的核型及铁杉属的核型资料

由表1. 图1、图2可见长苞铁杉的核型由11对中部着丝粒染色体和1对近中着丝粒染色体构成，臂比大于2的染色体比例为0，染色体长度比小于2，因此属Stebbins[18]的1A类型，这是高等植物12种核型里最对称、最原始的类别。长苞铁杉的染色体相对长度组成中没有长染色体（L）而仅有中长（M_2，M_1）和短（S）染色体，核型不对称系数（55.26）也较低，都反映了该核型较高的对称性，表明了在进化上的原始地位。第12号染色体具明显的长着丝点区域，这类特征染色体曾多见于杉科（Taxodiaceae）植物[19]，但在松科里还未见报道，其生物学意义尚不得而知。

本作者[16]曾报道过铁杉亚属（Subgen. *Tsuga*）铁杉组（Sect. *Tsuga*）的南方铁杉 *Tsuga chinensis* (Franch.) Pritz. var. *tchekiangensis* (Fous) Cheng et L.K. Fu、台湾铁杉 *T. formosana* Hayata 和卡罗莱纳铁杉 *T. caroliniana* Engelmann 的核型类型均为2A。根据最近 Hizume[17]对松科植物的核形态学研究，笔者又发现该亚属的铁杉 *T. chinensis* (Franch.) Pritz、日本铁杉 *T. siebordii* Carriere 、加拿大铁杉 *T. canadendis* (L.) Carriere、异叶铁杉 *T. heterophylla* (Rafinesque) Sargent 和 *T. diversifolia* (Maxim.) Masters 的核型也都是2A类型。大果铁杉组（Sect. *Hesperopeuce*）植物的核型资料迄今未见报道。

2. 从核型资料看长苞铁杉的分类地位和亲缘关系

郑万钧[12]以长苞铁杉为代表种连同北美的大果杉类（3种）组成长苞铁杉亚属（Subgen. *Paleotsuga*），与铁杉亚属并列。长苞铁杉的核型为1A类型，可见它与铁杉亚属植物的2A核型具有类型上的较大差别。这与长苞铁杉具有叶的表皮细胞膜有散生斑点、叶肉薄壁组织中有石细胞[4]、叶海绵组织细胞的外壁上没有草酸钙结晶[20]以及苞鳞伸出复盖它的果鳞之外[1]等明显的形态、解剖学特征区别于其他铁杉亚属植物相吻合。鉴于笔者还发现松科的油杉属(*Keteleeria*)、冷杉属(*Abes*)、落叶松属（*Larix*）等也具同属植物的核型类型有1A、2A之异的现象，表明松科植物的不同核型类型所反映的不一定是属间而很可能是属下等级上的差异，因此上述核型资料不能用来支持 Gaussen 和 Campo-Duplan[6]、胡先骕[7]、南京林学院树木学教研组[8]以长苞铁杉（或连同大果铁杉类）另立新属（*Tsuga-Keteleeria, Nothotsuga, Hesperopeuce*）的主张，而把它作为郑万钧[12]划分亚属的细胞学证据则正好合适，当然更是耿以礼、耿伯介[5]建立长苞铁杉组的胞核学依据，同时也支持郑万钧、傅立国[1,12,13]将长苞铁杉隶属于铁杉属长苞铁杉亚属、长苞铁杉组的处理意见。

关于铁杉属3个组之间的相互亲缘关系主要有两种意见：耿以礼、耿伯介[5]认为长苞铁杉组的分类地位在大果铁杉组和铁杉组之间，但傅立国[13]提出在系统演化上大

果铁杉是长苞铁杉与铁杉类的过渡类群。南京林学院树木学教研组[8]主编的《树木学》则首次从进化角度指出长苞铁杉的侧枝、叶、花粉、球果等具有较多的原始形态性状，与大果铁杉类亲缘较近，它们比铁杉类原始。《中国植物志》[1]也阐明长苞铁杉（组）与大果铁杉组亲缘关系较近而与铁杉组较远，并从排列次序，表明了长苞铁杉组比铁杉组原始。细胞学资料则至少表明1A核型的长苞铁杉（组）比全为2A核型的铁杉组植物原始，与《树木学》、《中国植物志》从形态特征得到的结论相吻合而彼此支持。但鉴于大果铁杉组植物的核型分析未见报道，铁杉属进一步的细胞分类学研究留待以后进行。

综上所述，从胞核学资料来看，长苞铁杉的进化地位较为原始，它的分类位置似应隶于铁杉属、长苞铁杉亚属、长苞铁杉组，与郑万钧、傅立国等[1,8,12,13]的研究结果最为接近。

致谢 承福建龙岩地区林业局张泽荣同志和湖南南岳树木园郭承则同志提供长苞铁杉种子；傅立国研究员审阅全文并提供宝贵资料、提出修改意见；复旦大学生物系傅文瑜同志协助显微摄影。

参考文献

1 郑万钧， 傅立国．中国植物志（第七卷）．北京：科学出版社，1978：110
2 Cheng W C. Anew Tsuga from southwestern China. *Contr Lab Biol Sci Soc China*, Bot. ser. 1932; **7**(1): 1—2
3 Cheng W C. Enumeration of Gymnosperms from Kweichow collected by Y. Tsiang. *Sinensia* 1933; **2:** 103
4 Flous F. Revision du genre Tsuga. *Trav Lab For Toulouse* Ⅱ 1936; **2**(3): 110
5 耿以礼，耿伯介．铁杉属（Tsuga）之一新组．南京大学学报 1957；(1)：1—5
6 Gaussen H, Campo–Duplan Van. Sur quatre hybrides de genres chez les Abietinees. *Trav Lab For Toulouse* II 1948; **4**(24): 6
7 胡先骕．种子植物分类学讲义．北京：中华书局，1951：64
8 南京林学院树木学教研组．树木学（上册）．北京：农业出版社，1961：31
9 喻诚鸿．铁油杉的木材结构和它在分类上的位置．植物学报 1956；**5**（2)：243—248
10 成俊卿．中国裸子植物材的解剖性质和用途．北京：中国林业出版社，1958：30
11 Miki S. The occurrence of the remain of Taiwania and Palaeotsuga (n. subg.) from Pliocene beds in Japan. *Proc Jap Acad* 1954; **30**(10): 976—981
12 郑万钧．中国树木学（第一分册）．南京：江苏人民出版社，1961：130—134
13 傅立国．关于长苞铁杉分类位置问题．见中国植物学会三十周年年会论文集.北京：科学出版社，1963：65
14 Stebbins G L. Variation and evolution in plants. New York: Columbia University Press, 1957: 462—475
15 李林初．秃杉的细胞学研究．植物分类学报 1986；**24**(5)：376—381
16 李林初．若干铁杉属植物核型的比较研究．广西植物 1988；**8**(4)：324—328
17 Hizume M. Karyomorphological studies in the family Pinaceae. Memoirs of the Faculty of Education Ehime University, Ser. III. *Natural Science* 1988; **8:** 1—108
18 Stebbins G L. Chromosomal evolution in plants. London: Edward Arnold, 1971: 85—104
19 李林初．杉科的细胞分类学和系统演化研究．云南植物研究 1989；**11**(2)：113—131
20 姚壁君，胡玉熹．松柏类植物叶子的比较解剖观察．植物分类学报 1982；**20**(3)：275—294